

## Estudio petrológico de la «Unidad Salina» de la Cuenca del Tajo

Por A. GARCÍA DEL CURA (\*), S. ORDÓÑEZ (\*\*) y F. LÓPEZ-AGUAYO (\*\*\*)

### RESUMEN

Se presenta un esquema fotogeológico de los principales afloramientos de la Unidad Salina y un mapa de distribución de las facies evaporíticas.

Se estudia la petrografía de la Unidad Salina de la Cuenca del Tajo, que presenta una interesante paragénesis de sales sódicas. Se describen estructuras de deformación en facies anhidrítico-magnesíticas, diferentes formas de cristales de anhidrita (idiomorfos, manojos fasciculares, cristales en "lazo" ...), texturas pseudomórficas en yeso, texturas primarias y secundarias en glauberita y halita. Se analizan también las diferentes facies texturales polihalíticas, entre las que cabe destacar las esferulíticas y las "afieltradas", así como las facies thenardíticas. De todo ello se deduce una secuencia mineralógica.

### ABSTRACT

The situation of the Saline Unity of The Tajo Basin is included in a fotogeologic scheme. A map showing the distribution of the different evaporitic facies is also given.

The petrography of the Saline Unity is studied. This Unity shows an interesting paragenesis of sodic salts. Deformation structures in anhydrite-magnesite facies, different habits of anhydrite crystals (idioblastic, fascicular, bundle and bow tie), pseudomorphic textures in gypsum, and primary and secondary textures in halite and glauberite are described. There are also analyzed the different textural polyhalitic facies (felty and spherulitic aggregates of microlites) as well as thenarditic facies. A mineralogical sequence is inferred.

### INTRODUCCIÓN

La escasez de descripciones micropetrográficas de materiales salinos complejos, si exceptuamos los trabajos de STEWART (1949, 1951 a y b) —escasez que se agudiza en el caso concreto de las sales sódicas—, nos animó a realizar el presente trabajo, que, por otra parte, enlaza con trabajos nuestros anteriores sobre la Unidad Salina, objeto del presente estudio: ORDÓÑEZ *et al.* (1977), GARCÍA DEL CURA y ORDÓÑEZ, LÓPEZ AGUAYO y MINGARRO (1978) y GARCÍA DEL CURA (1979).

La Unidad Salina, cuya situación litoestratigráfica fue descrita anteriormente (GARCÍA DEL CURA, 1979), aparece muy alterada en los afloramientos, tanto mineralógica como texturalmente, dado el carácter lávil de sus componentes. De ahí que la realización de este trabajo haya sido posible gracias a disponer de muestras de tres sondeos amablemente cedidos por Unión Salinera de España, S. A.: el de Colmenar de Oreja, 150 metros de columna litoestratigráfica, cuyo estudio mineralógico se realizó anteriormente (ORDÓÑEZ *et al.*, 1977); el de "Los Castilletes", de 119,7 metros (GARCÍA DEL CURA *et al.*, 1978), y el de "El Cerro del Soldado" (fig. 1), de 260,10 metros, cuya profundidad nos ha permitido de-

tectar facies metamórficas, fundamentalmente polihalíticas no citadas anteriormente. También hemos estudiado muestras procedentes de los frentes de explotación de la mina "El Castellar", de Villarrubia de Santiago, y de la abandonada mina "Consuelo", de San Martín de la Vega.

El esquema fotogeológico de los principales afloramientos de la Unidad Salina en la zona estudiada, se muestra en la figura 2. La figura 3 representa la distribución de las facies evaporíticas de la Cuenca del Tajo, teniendo en cuenta los datos de sondeos en que se ha encontrado glauberita, así como los afloramientos salinos s. s. y la presencia de surgencias de agua salada.

Para el estudio sistemático de la Unidad Salina vamos a distinguir los siguientes tipos de facies:

- Cobertera hipergénica.
- Lutitas infrayacentes a la mineralización s. s.
- Facies anhidrítico-magnesíticas.
- Facies de sulfato sódico y sulfato sódico-cálcico.
- Facies polihalíticas.
- Lutitas inferiores de la Unidad Salina.

(\*) Sección de Petrología Sedimentaria, C. S. I. C. Ciudad Universitaria, Madrid-3.

(\*\*) Departamento de Petrología, Facultad de Geología, Universidad Complutense, Granada.

(\*\*\*) Departamento de Mineralogía, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.

## COBERTERA HIPERGÉNICA

SONDEO DEL  
"CERRO DEL SOLDADO"

	DETRÍTICOS.	GLAUBERITA.	MAGNESITA.	HALITA.	YESO.	ANHIDRITA.	POLIHALITA.	CALCITA.
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								
101								
102								
103								
104								
105								
106								
107								
108								
109								

A ANHIDRITA. L GLAUBERITA. I CARBONATOS. < YESO.  
 O HALITA. — MINERALES DE ARCILLA Y/O MINERALES DETRÍTICOS.  
 ▽ POLIHALITA.

Fig. 1.—Sondeo de "El Cerro del Soldado".

La alteración hipergénica, mineralógica y textural, se manifiesta en todos los afloramientos, y dentro de los sondeos entre los 40 y 70 metros más próximos a la superficie, dependiendo la potencia de alteración de la posición del nivel freático, la cual se ve muy afectada por la morfología del terreno, especialmente por la presencia de los valles. Así, en el Sondeo de Colmenar de Oreja, las primeras sales solubles las encontramos a 40 metros de la superficie topográfica sobre la que se asentó el sondeo. En el sondeo de Los Castilletes las primeras sales solubles aparecen a 55 metros de la superficie topográfica, habiéndose destruido posiblemente parte del nivel thenardítico. En el sondeo de El Cerro del Soldado las primeras sales solubles aparecen a los 66 metros de la superficie.

Esta acción hipergénica no sólo se manifiesta en el lavado de sales solubles, sino que también implica cambios mineralógicos, así, la anhidrita y glauberita son alteradas a yeso, pudiendo seguirse gradualmente la alteración en profundidad, encontrándonos desde glauberita yesificada por los bordes y líneas de foliación hasta masas de mosaicos microcristalinos de yeso con la forma de los cristales de glauberita, conservando la anterior distribución del material interpartícula.

Grandes cristales de yeso, frecuentemente con contactos microestilolíticos entre ellos, engloban cantidades de anhidrita progresivamente mayores a medida que avanzamos en profundidad. También el estado de conservación de dichos cristales de anhidrita mejora en dicho sentido. Así, el yeso poiquilópico más superior engloba cristales de anhidrita totalmente alterados, mientras que en profundidad los cristales de anhidrita se conservan euhedrales. Una yesificación de menor magnitud se presenta en la forma de yeso pseudomórfico de anhidrita, si bien es posible que tales yesificaciones no tengan sólo carácter hipergénico, pudiendo ir ligadas a deshidratación de fases salinas, origen que pueden tener algunos niveles yesíferos pseudomórficos de anhidrita que aparecen aislados en zonas internas de la mineralización, así como niveles enteros sustituidos por macrocristales de yeso.

El yeso de la cobertera hipergénica es, en general meso y macrocristalino, pudiéndose, a veces, a simple vista confundir con yesoarenitas y yesorruditas, confusión imposible al microscopio, debido a las inclusiones carbonáticas, micríticas en unas ocasiones, margosas en otras, que aparecen en los cristales de yeso conservando la distribución correspondiente a la estructura original y probando el origen secundario del yeso. Otras veces, los cristales de yeso deforman los niveles margosos, los cuales se adaptan a posiciones intercristalinas dando unas estructuras de deformación a la mesoescala muy características.

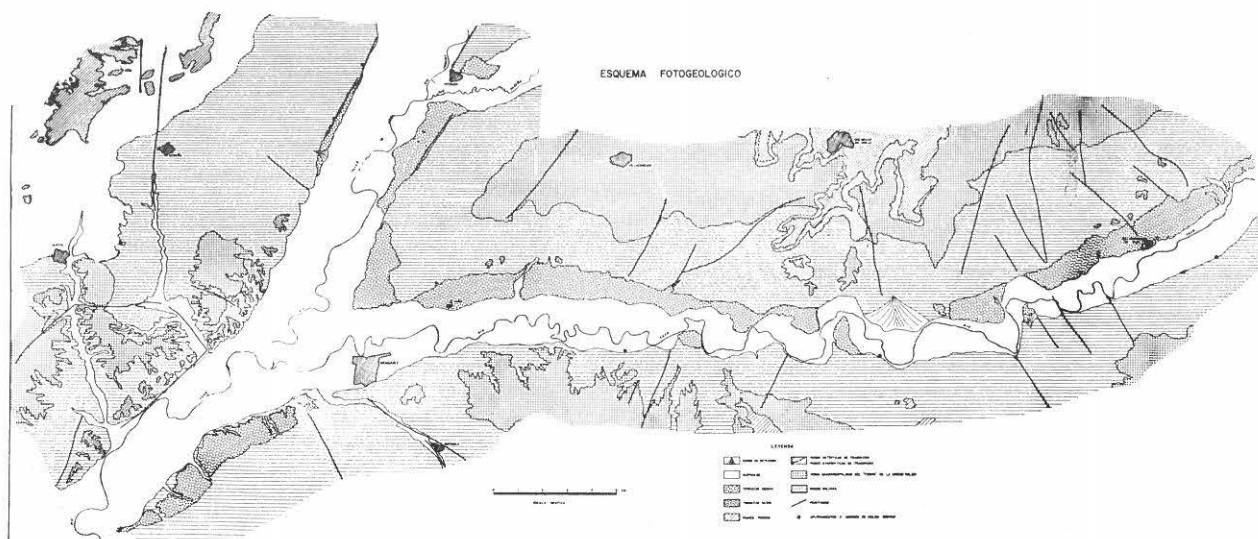


Fig. 2.—Esquema fotogeológico.

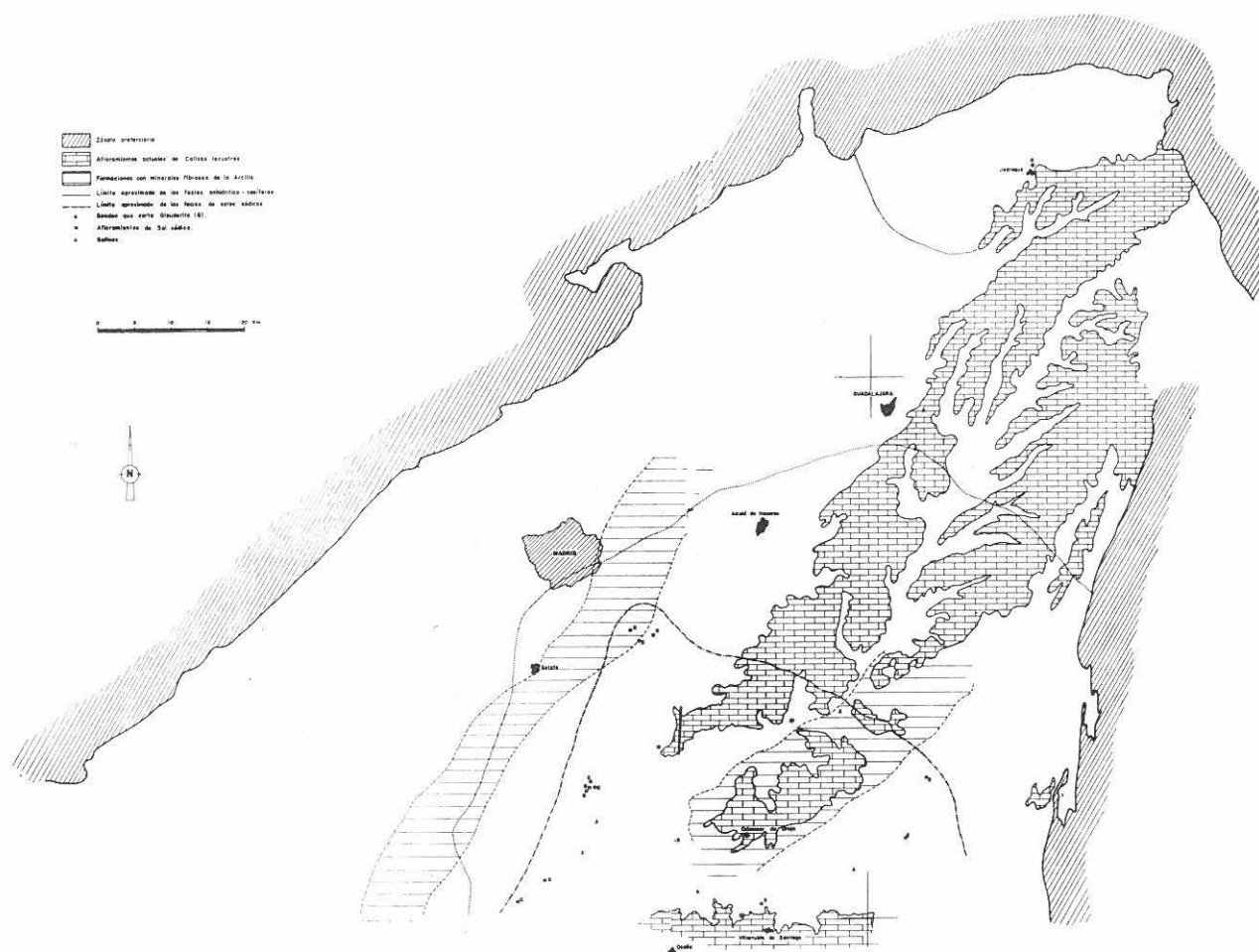


Fig. 3.—Esquema de distribución de facies.

El yeso no sólo aparece reflejando la estructura de la anhidrita del tipo "deformación", sino que también refleja la estructura y textura de otros minerales, como la forma "chevron", característica de halita, que aparece en la figura 4 constituida por yeso.

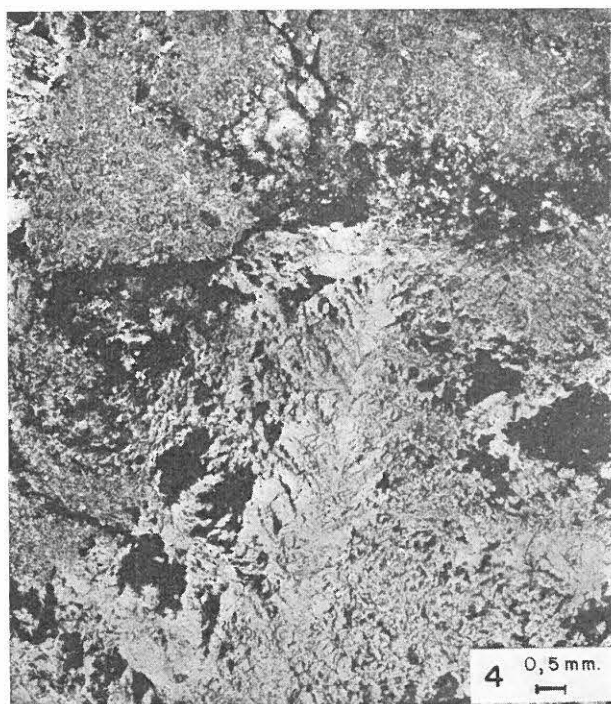


Fig. 4.—Yeso pseudomórfico de una forma "chevron" (¿de halita?). NX. Muestra 47-9.

El proceso de yesificación a veces se manifiesta en fases diferenciadas, así, a procesos de yesificación de fases minerales preexistentes se superpone un proceso de cementación yesífera, siendo común la existencia de yeso pseudomórfico de glauberita (euhedral) sin impurezas, en el seno de grandes cristales de yeso, englobando carbonato micrítico, cuarzo, feldespato, micas, ... También es frecuente que una fase de yesificación posterior se manifieste en el crecimiento de agregados radiales de cristales de yeso, en espacios anteriores intercristalinos ocupados por material carbonático, lo que se explica por la escasez de núcleos de cristalización, que condiciona el hábito de agregado radial. Asociada espacialmente al proceso de yesificación está la presencia de agregados

radiales de mesocristales euhedrales de calcita (figura 5) que aparecen o bien en posición intercristalina o entre diferentes etapas de yesificación.

Parece ser que el proceso hipergénico también afecta a la estabilidad de la magnesita, que sólo aparece con continuidad a partir del nivel de las sales solubles, si bien, a veces, aparece en zonas más próximas a la superficie topográfica, llegando, incluso, a mantener, en el sondeo de El Soldado, cierta continuidad.

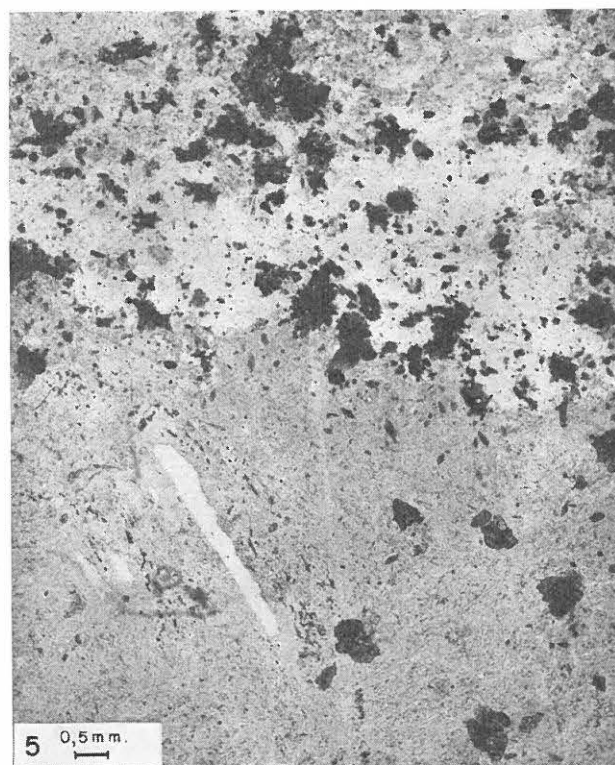


Fig. 5.—Agregados radiales de calcita en el seno de yeso. Nícoles semicruzados. Muestra 47-4.

No podemos descartar el origen hipergénico para ciertos niveles de caliza mesocristalina, que aparecen en la zona de cobertera.

#### LUTITAS INFRAYACENTES A LA MINERALIZACIÓN

Bajo la mineralización aparecen unas lutitas arcillosas cuya composición se refleja en el siguiente cuadro:

## Composición mineralógica de las lutitas infrayacentes a la mineralización

	MINERALOGÍA TOTAL	MINERALOGÍA DE FILOSILICATOS			
		Ilita	Caolinita	Montmorill.	Clorita
M - 12	Halita, Q, filosilicatos	80 %	15 %	—	5 %
M - 14	Q, halita, filosilicatos	75 %	18 %	indicios	7 %
M - 15	Q, yeso, filosilicatos	90 %	10 %	—	—

Esta mineralogía implica que se trata de "limos salinos", sedimentos finos en los que los materiales salinos representan una "fase desplazativa" y "diagénica muy temprana" formada a partir de las aguas singenéticas en que queda empapado el depó-

sito. Es muy probable que este nivel haya desempeñado un papel fundamental en la conservación de la mineralización, pudiendo ser su falta o desplazamiento relativo causante del empobrecimiento e incluso desaparición de la mineralización en sondeos relativamente próximos a la explotación actual.

Desde el punto de vista textural se trata de "facies hiperbólicas" (fig. 6) depositadas a partir de suspensiones uniformes, por decantación en aguas sin dinámica prácticamente, en las que a una deposición puramente mecánica de gránulos y partículas se superpone una floculación que se refleja en el sesgo hacia finos característico de estas facies.

## FACIES ANHIDRÍTICO-CARBONÁTICAS

Son las cuantitativamente predominantes en la Unidad Salina. Se presentan en ritmos en los que cada unidad salina, con anhidrita como constituyente fundamental, presenta valores de  $4,3 \pm 0,3$  mm., mientras que la unidad carbonática, a veces más o menos margosa, presenta valores de  $3,2 \pm 0,3$  mm. Estas facies coexisten con la mineralización s. s., apareciendo incluso por debajo de ella. La yesificación y calcitización hipergénica que han sufrido, hacen que, salvo en el sondeo de El Cerro del Soldado, no se hayan encontrado nunca por encima de la mineralización sódica propiamente dicha.

El carbonato es magnesita microcristalina, presentando, a veces, un componente detrítico constituido por cuarzo, ilita, a veces moscovitas de gran tamaño, y, en mucha menor cantidad, feldespato potásico y plagioclasas.

La anhidrita es, en general, idiomorfa, cripto, micro o mesocristalina, variando su tamaño y hábito cristallino, según vaya o no directamente en contacto con magnesita. Cuando aparece anhidrita en el seno de magnesita ésta es macrocristalina, y son frecuentes los agregados radiales, los manojos fasciculares y cristales con hábito de "bow tie" como el de la figura 7, es decir, predomina el crecimiento sobre la nucleación. En estas zonas carbonáticas los cristales individuales de anhidrita son notablemente más isométricos.

Es frecuente la presencia de procesos de cementación yesífera (fig. 8), e incluso la aparición de niveles

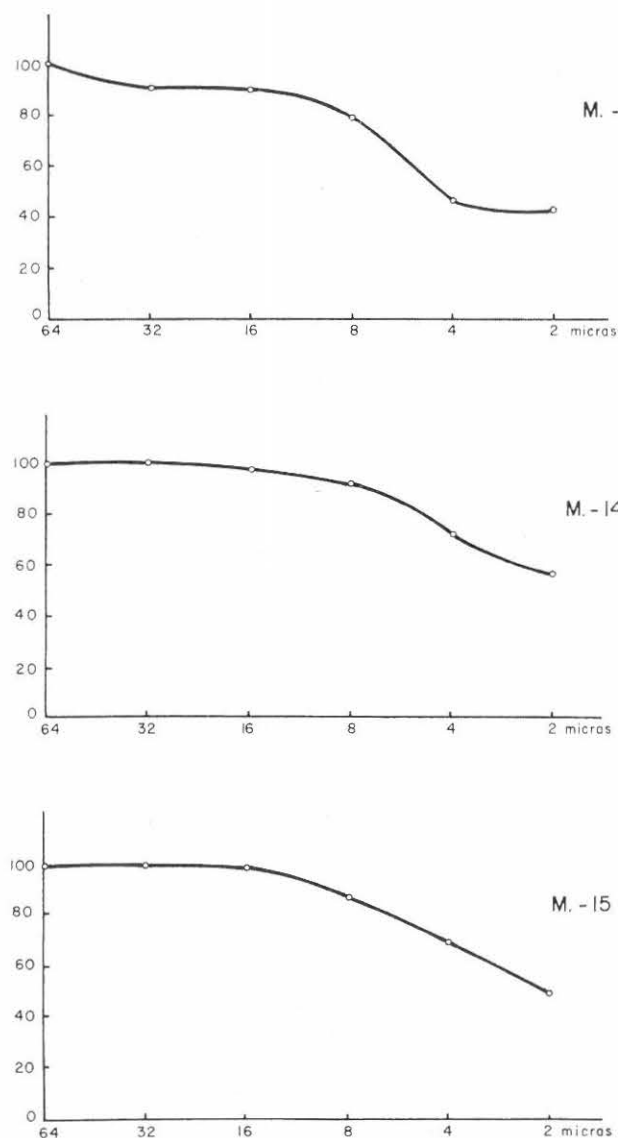


Fig. 6.—Granulometrías de las lutitas infrayacentes a la mineralización s. s.



yesíferos entre niveles anhidríticos, posiblemente por reemplazamiento de alguna sal más soluble (¿halita?).

La alternancia singenética de sulfato cálcico - magnesita citada al comienzo, en algunos puntos aparece

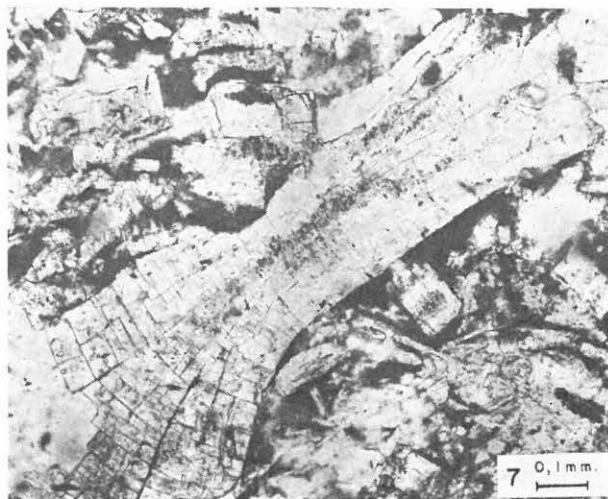


Fig. 7.—Cristal de anhidrita tipo "bow tie". N //.  
Muestra 47-45.

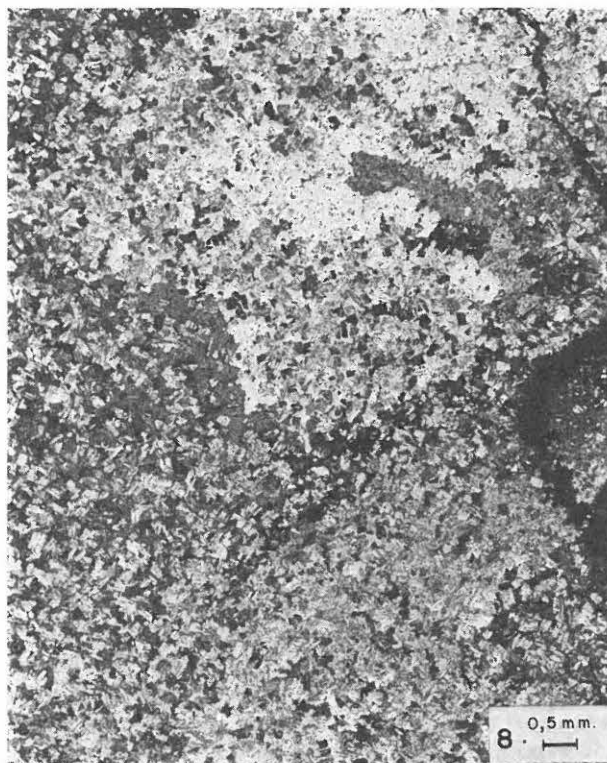


Fig. 8.—Yeso poiquilotópico cementando anhidrita. NX.  
Muestra 45-50.

muy alterada por deformación mecánica, conservándose estructuras, neísicas y migmatíticas, como se ve en la figura 9, incluso se llega a observar estructuras de crenulación. Estas estructuras pueden relacionarse con cambios volumétricos producidos con la metamorfogénesis de sales, pero se deben excluir procesos de halocinesis que ocurrirían a toda la Unidad Salina, y más especialmente en las zonas más plásticas.

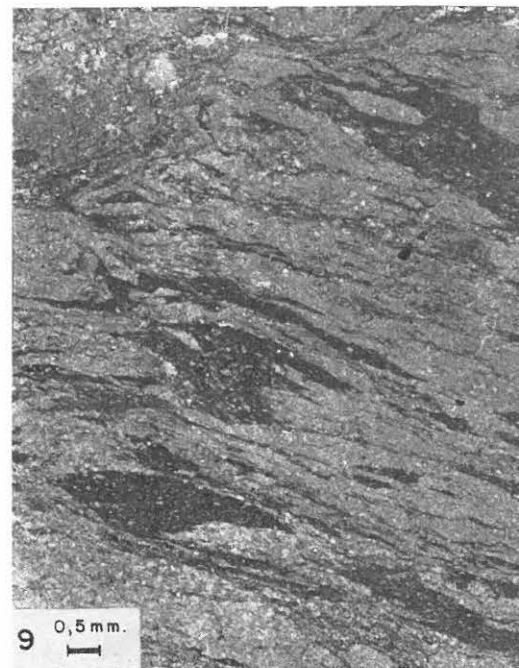


Fig. 9.—Estructuras de deformación en facies carbonáticas. NX. Muestra 47-37.

Es importante resaltar la presencia de cristales de anhidrita predeformacionales, sindeformacionales y postdeformacionales. Los más abundantes son los primeros, y los más escasos los postdeformacionales, caracterizados junto con su orientación por un mayor tamaño de cristales. La yesificación es relativamente frecuente en los niveles de anhidrita predeformacionales. Dentro de la cobertura hipergénica hemos observado estructuras de deformación.

A veces, junto con niveles de anhidrita o menos magnesita intercrystalina y niveles de magnesita, aparecen glándulas de anhidrita pura.

Es muy frecuente la existencia de microcristales e incluso macrocristales de halita, en el seno de la anhidrita, muchos de ellos contienen incluso inclusiones de hidrita y carbonato microcristalino. A veces, de los cristales de halita *sensu stricto* apa-

des de cristales de halita anteriormente disueltos que han adoptado la forma ameboidal característica que adoptan estos "huecos" de simetría cúbica en el seno de un material más o menos plástico.

#### FACIES DE SULFATO SÓDICO Y SULFATO SÓDICO - CÁLCICO

Constituyen la mena explotada en Villarrubia de Santiago y la que lo fue en San Martín de la Vega. En los sondeos estudiados no aparece totalmente representada, a excepción del sondeo de Los Castillejos, donde, aunque algo hipergénizada, aparece la secuencia completa.



Fig. 10.—Contacto deformado por compactación diferencial entre nivel de glauberita y anhidrita - magnesita. NX. Muestra 47-63.

Encontramos la glauberita formando ritmos con magnesita y/o anhidrita, las cuales aparecen tanto en unidades monominerales como en unidades constituidas por cantidades variables de ambos componentes, con predominio cuantitativo, en general, de la anhidrita.

Los contactos entre las unidades glauberíticas y las anhidritico - carbonáticas aparecen transformados, bien por estructuras de deformación debidas posi-

blemente a comportamiento diferencial durante la compactación (fig. 10), bien por estructuras tipo "sombras de presión", originadas por fenómenos de blastesis de glauberita. Incluso llegan a aparecer es-



Fig. 11.—Detalle de "boudinage" anhidrita - glauberita. NX. Muestra 47-35.

estructuras neísicas como la de la figura 11, que podrían interpretarse como resultado mixto de comportamiento diferencial ante la presión y blastesis condicionada por gradientes de presión.

Normalmente, la glauberita que aparece en unidades diferenciadas dentro de un conjunto rítmico, tiene carácter idiomorfo y/o subidiomorfo no contiene nunca inclusiones, y aparece, a veces, independientemente de los procesos de alteración hipergénica, notablemente alterada.

Un tipo diferente de facies de glauberita es la que vamos a denominar de "Piedra Negra", por presentarla un nivel que recibe dicho nombre dentro de la explotación de Villarrubia de Santiago. Se trata de mesocristales de glauberita anhedrales (fig. 12) de contorno difuso y sinuoso (estructura anubarrada) formados muchas veces por pequeños cristales de orientación similar. Contienen gran cantidad de inclusiones, a veces pequeñas masas, magnesíticas, o de margas magnesíticas (magnesita, cuarzo y micas) que no reflejan ninguna estructura primaria. Es frecuente en ellas la presencia de filoncillos de glaube-

rita constituidos por cristales subeuhedrales de glau-berita con estructura en peine y totalmente libres de inclusiones. Algunos, muy escasos, mesocristales de halita.

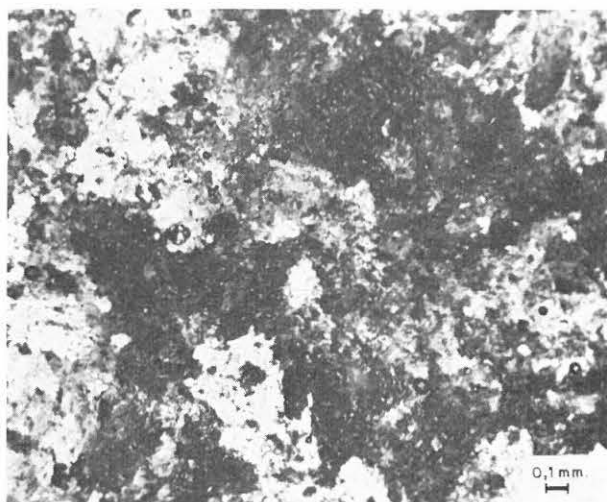


Fig. 12.—Glauberita facies "Piedra Negra". NX. Mina de "El Castellar".

En algunos puntos, posiblemente por removilización postsingénica, aparece como fase cementante, bien cementando anhidrita y magnesita, e incluso cementando glauberita, presentando entonces los cristales de glauberita cementada un carácter esquelético en el que refleja débilmente el idiomorfismo inicial. Es frecuente que junto con los cristales de glauberita esquelética aparezcan cementados cristales de anhidrita de dos tipos: unos microcristales orientados y alterados, incluso yesificados, y unos mesocristales idiomorfos sin orientación preferente. Los cristales de la fase cementante siempre son anhedral. Relacionada con estas movilizaciones glauberíticas está la presencia de glauberita pseudomórfica de halita.

Recordemos que independientemente de los niveles glauberíticos y de los procesos cementantes propiamente dichos, en las facies anhidrítico - magnesíticas aparecen cristales idiomorfos de glauberita generados postdeformacionalmente, lo que equivaldría a decir en una etapa diagenética tardía o retrodiagenética.

En cuanto a la thenardita, mena principal de sulfato sódico en la zona objeto preferente de este estudio, aparece siempre en cristales anhedral cementando glauberita idiomorfa o subidiomorfa cuyos cristales presentan frecuentemente bordes o coronas de reacción. Estas facies glauberítico - thenardíticas presentan magnesita que muchas veces se concentra en el borde de los cristales de glauberita. No son raras las inclusiones en estos cristales de glauberita.

El hecho de que los cristales de glauberita no constituyan generalmente un entramado denso (ejemplo,

fig. 13), nos lleva a pensar en que la thenardita, dado su hábito anhedral y adaptación a las formas y huecos definidos por la glauberita a la que frecuentemente

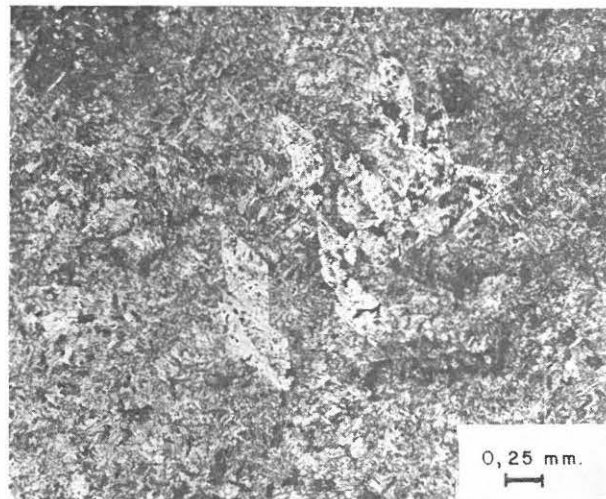


Fig. 13.—Thenardita cementando y corroyendo cristales de glauberita en entramado quebrantado. N//. Muestra del Sondeo de Los Castilletes, 45-23.

mente ataca, procede de la transformación diagenética de una fase mineral preexistente, ya que como tal thenardita aparece como fase cementante.

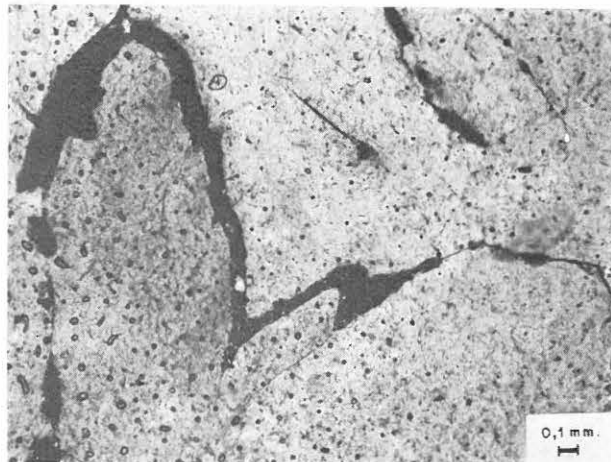


Fig. 14.—Thenardita euhedral - subeuhedral "cementada" por thenardita anhedral. N//. Mina de "El Castellar".

No obstante, en algunas muestras tomadas en el frente de explotación de noviembre de 1978 en la mina de El Castellar aparecen monocristales idiomorfos de thenardita (fig. 14), formando, a veces, asociaciones de cristales paralelos (estructura en



peine) cuyos extremos aparecen embebidos en cristales aún mayores de thenardita anhedrales, lo que introduce la posibilidad de la existencia de thenardita primaria s. s. junto con thenardita cementante.

### LAS FACIES POLIHALÍTICAS

Encontramos indicios de estas facies en el sondeo de Los Castilletes, ligeramente por debajo de la cota actual de 500 metros, por debajo de esa cota, en cotas inferiores a la cota actual 481, encontramos varios niveles de polihalita en el sondeo del Cerro del Soldado.

Los siguientes párrafos son una síntesis de las facies en que aparece polihalita, siendo las tres primeras las que hasta ahora hemos observado como cuantitativamente más frecuentes.

1. Facies polihalíticas s. s. en las que la polihalita constituye niveles continuos con cantidades variables, pero siempre constantes a escala de nivel, de magnesita (lámina I). Es relativamente frecuente la alternancia de capas de polihalita predominando sobre magnesita con capas de magnesita predominando sobre polihalita.
2. Facies en que la polihalita, siempre con algo de magnesita inter e incluso intracristalina, está asociada con macrocristales de halita, distribuyéndose la polihalita-magnesita en posición intercristalina respecto a la halita (lámina I). Estas facies aparecen asociadas y alternando con las citadas en primer lugar, observándose, a veces, facies de tipo intermedio en que la halita, cuantitativamente menos importante que en estas facies, aparece en forma de mesocristales. Se ha encontrado, en algún caso, a esta facies en contacto con niveles de glauberita englobando anhidrita (lámina II, 4).
3. Facies en que la polihalita aparece con un grado variable de alteración, englobada por glauberita, junto con anhidrita más o menos alterada y/o yesificada, y glauberita esquelética, que a veces adopta formas de manojo fascicular muy alterado (lámina II, 1).
4. Sería una variante del tipo anterior. La polihalita aparece, formando agregados aciculares, manojos fasciculares y/o agregados fibrorradiados, asociados a magnesita, en posición intercristalina respecto a glauberita macrocristalina cementante similar a la de la facies anterior, es decir, englobando anhidrita y glauberita esquelética. La polihalita de este subtipo de facies engloba frecuentemente anhidrita muy alterada, unas veces (cristales esqueléticos), y/o cristales idiomorfos de anhidrita yesificada.
5. Facies en que la polihalita asociada a magnesita aparece englobada por cristales euhedrales de glauberita (lámina I, 1). La facies en que los niveles de polihalita presentan en su seno una neoformación de cristales más o menos euhedrales de glauberita (fig. 15), puede considerarse como un subtipo de esta facies.
6. Facies en que la polihalita es un componente minoritario que aparece asociado a los niveles más magnesíticos de las facies anhidrítico-carbonáticas (lámina I, 3). Esta facies no es detectable por difracción de rayos X, siendo detectable mediante el microscopio petrográfico.

7. Facies en que la polihalita, generalmente con textura en enrejado, aparece asociada a anhidrita en posición intercristalina (lámina II, 2). En esta facies que encon-

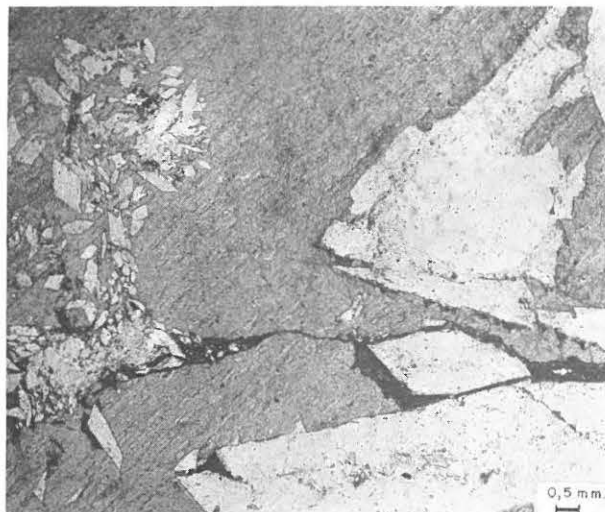


Fig. 15.—Glauberita euhedral neoformada en el seno de polihalita. NX. Muestra del Sondeo de Los Castilletes, 45-53.

tramos en el sondeo de Los Castilletes, la polihalita presenta un carácter postdeformacional, que contrasta con el pre y sindeformacional de la anhidrita.

También se han encontrado niveles de polihalita-halita alternando con niveles de anhidrita (lámina I, 5).

Como se deduce de lo anteriormente expuesto, la polihalita ha sido hasta el momento observada en la Unidad Salina con tres tipos de textura: esferulítica, que es la cuantitativamente más importante (lámina I, 4), apareciendo en los niveles polihalíticos propiamente dichos; agregados fibrorradiados que a veces incluyen manojos fasciculares y la textura afieltrada cuantitativamente mucho menos importante (lámina II, 2).

En síntesis, también podemos decir que la polihalita aparece, a la mesoescala, a escala de niveles, preferentemente asociada con la halita, mientras que a la microescala prácticamente siempre está asociada con magnesita (lámina II, 3).

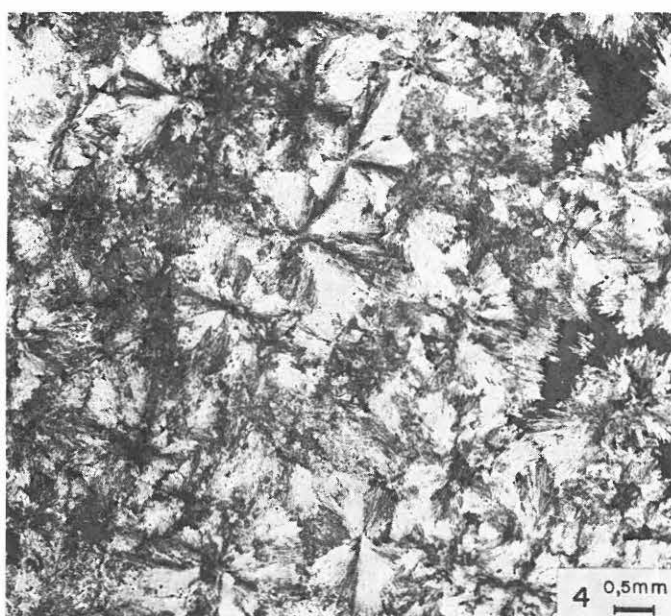
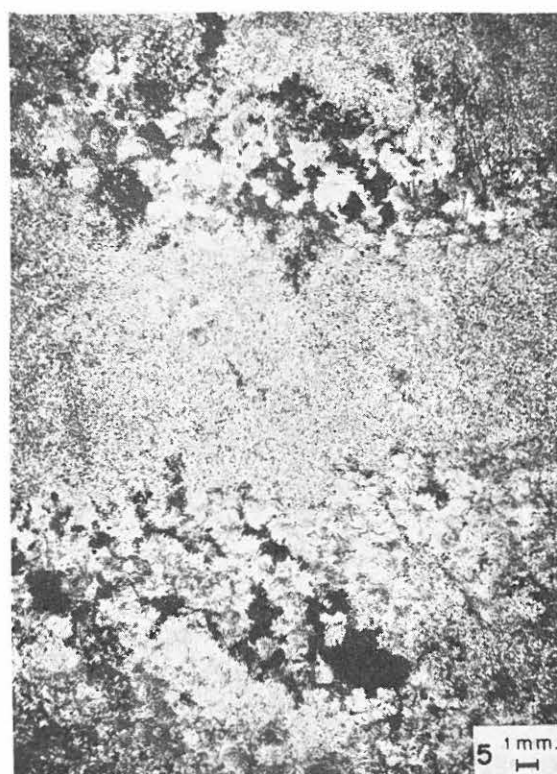
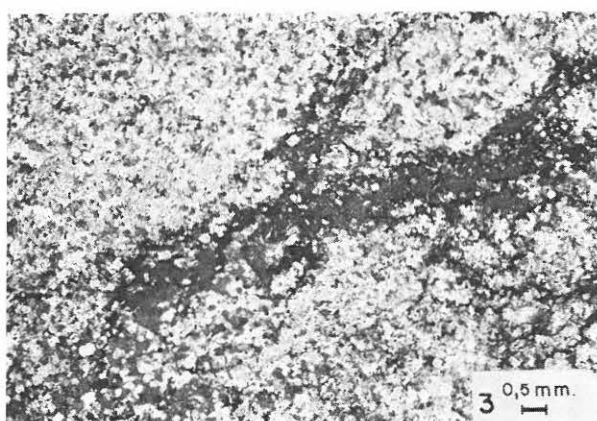
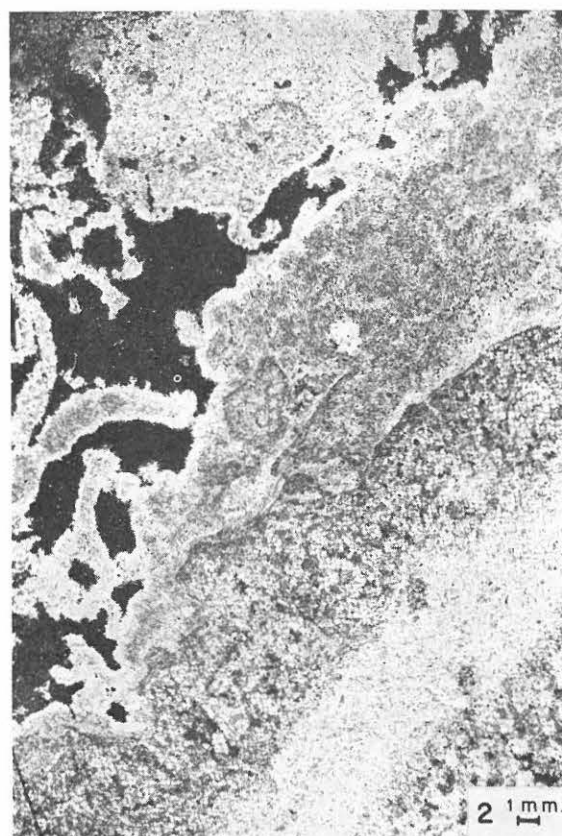
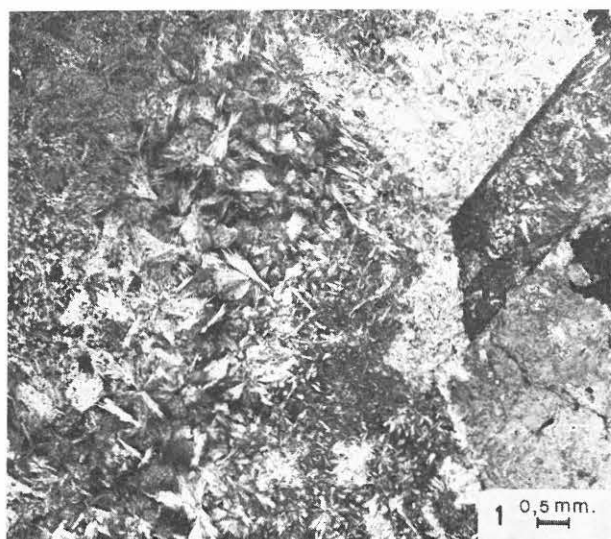
### LUTITAS INFERIORES DE LA UNIDAD SALINA

Se trata de lutitas verdes con laminaciones de  $0,44 \pm 0,06$  centímetros intercaladas con otras de  $0,1 \pm 0,02$  centímetros menos compactas que a veces presentan color marrón, que aparecen en la cota actual de 360 metros.

Su distribución granulométrica, de la que es ejemplo la figura 16, tiene un marcado carácter bimodal y un carácter logarítmico subyacente en las dos po-

## LAMINA I

- Fig. 1.—Glauberita euhedral con magnesita y polihalita politextural intracristalina. NX. Muestra del sondeo de "Los Castilletes", 45-54.
- Fig. 2.—Niveles de polihalita con cantidades variables de magnesita, en contacto con nivel de halita con polihalita intercristalina. NX. Muestra 47-74.
- Fig. 3.—Agregado de polihalita asociado a magnesita y anhidrita. NX. Muestra 47-65.
- Fig. 4.—Polihalita con textura esferulítica. NX. Muestra 47-94.
- Fig. 5.—Niveles de polihalita - halita alternando con niveles de anhidrita. NX. Muestra 47-61.



## LAMINA II

- Fig. 1.—Glauberita englobando anhidrita y polihalita alterada. NX. Muestra 47-78.
- Fig. 2.—Polihalita con textura "afieltrada", con anhidrita. NX. Muestra del sondeo de Los Castilletes, 45-55.
- Fig. 3.—Relación entre polihalita en agregados fasciculares y magnesita. NX. Muestra del sondeo de Los Castilletes, 45-55.
- Fig. 4.—Detalle de bandeo irregular de polihalita y glauquerita englobando anhidrita. NX. Muestra 47-81.



blaciones; este carácter logarítmico denuncia la deposición a partir de una "suspensión gradada" en el sentido utilizado por PASSEGA; por tanto, tenemos

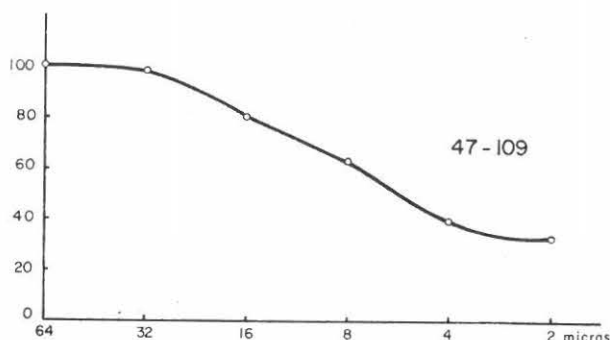


Fig. 16.—Ejemplo de distribución granulométrica de las lutitas inferiores de la Unidad Salina.

una mezcla de dos tipos de sedimentos, formados ambos a partir de una suspensión gradada, lo que implica una seriación rítmica del tipo de material en suspensión en el medio de sedimentación, puesta también de manifiesto por la presencia de estructuras rítmicas.

La distribución granulométrica de estas facies corresponden al tipo denominado "turbidites grano-clasés polimodales" definido por DESPRAIRIES (1974).

En cuanto a su composición mineralógica total se refleja en el cuadro siguiente:

MUESTRA	MINERALOGÍA TOTAL	FILOSILICATOS			
		(*) Moscovita	Caolinita	Montm.	Clorita
47 - 107	Filosilicatos, anhidrita, cuarzo y magnesita	80 %	10 %	5 %	5 %
47 - 108	Cuarzo, filosilicatos, albita y feldespato potásico	80 %	5 %	5 %	10 %
47 - 109	Cuarzo, filosilicatos	80 %	5 %	5 %	10 %

(\*) Político (2ml).

Se observan también interestratificados, clorita - montmorillonita.

La fracción arenácea de estas lutitas está formada por cuarzo y micas (clorita, biotita y/o moscovita).

La fracción menor de 20  $\mu$  presenta un enriquecimiento relativo en montmorillonita.

### CONCLUSIONES

De los datos observados en la mineralización, se deduce:

— La anhidrita tiene un carácter fundamentalmente singenético, pudiendo considerarse a la magne-

sita diagenética precoz; la secuencia anhidrita - magnesita puede considerarse el constituyente cuantitativamente principal de la Unidad Salina.

— Glauberita y halita se han observado como minerales primarios, si bien con abundantes excepciones, especialmente respecto a la glauberita.

— La thenardita aparece fundamentalmente como fase cementante, si bien, en algún caso muy concreto, se han observado texturas características de fase primaria, junto con las correspondientes a fase cementante.

— La polihalita es un mineral diagenético (HOLSER, 1966) y/o metamórfico que sólo se ha encontrado en secuencias marinas y de lagoon. En la Unidad Salina objeto de nuestro estudio parece tener un carácter metamórfico.

En síntesis, la secuencia mineralógica sería la que muestra la figura 17.

Estos datos coinciden con los resultantes del estudio de los diagramas  $\text{SO}_4\text{Na}_2 - \text{Cl}_2\text{Na}_2 - \text{Cl}_2\text{Mg}$  y  $\text{ClNa} - \text{SO}_4\text{Na}_2 - \text{SO}_4\text{Ca}$  (GARCÍA DEL CURA, 1979). EUGSTER y HARDIE (1978), reafirmando el carácter singenético primario de la anhidrita, halita y glauberita. La magnesita posiblemente se formó diagenéticamente a partir de fases metamorfológicas singenéticas. La thenardita y polihalita pudieron ser el resultado de un proceso metamórfico a temperaturas

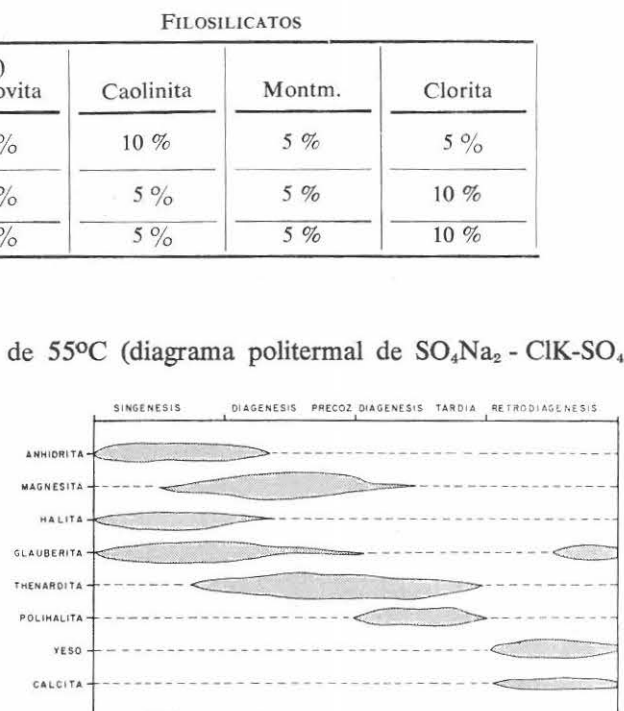


Fig. 17.—Diagrama  $\text{SO}_4\text{Ca} - \text{SO}_4\text{Na}_2 - \text{ClNa}_2 - \text{H}_2\text{O}$  a 25° y 1 atm., según EUGSTER y HARDIE (1978).

Mg). Los problemas de la acción de las aguas meteóricas infiltracionales, que produce la yesificación de anhidrita y glauberita y la transformación de thenardita en mirabilita, puede ser explicada en base a que la actividad de las aguas meteóricas es alta, siendo estables las fases hidratadas.

En base a la mineralogía de los precipitados la cuenca evaporítica del Tajo es similar a los niveles de sales sódicas del golfo de Kara-Bogaz, siendo las dimensiones de dicho golfo (STRAKHOV, 1970) del mismo orden que las de la Cuenca del Tajo.

Las cuencas del Tien Shan (URSS), de edad Neógeno - Cuaternario (SCHERBINA, 1956), presentan una secuencia litoestratigráfica semejante a la de la Cuenca del Tajo.

Si se asume que la secuencia litoestratigráfica refleja la evolución físico-química y dinámica de una cuenca, es de esperar que exista algún paralelismo entre la evolución de las cuencas del Tien Shan y la evolución de la Cuenca del Tajo. Las cuencas del Tien Shan parecen haberse generado en conexión con un brazo de agua salada (¿mar interior?), ¿podrá algún día dilucidarse si nuestra Cuenca del Tajo estuvo o no en conexión durante la sedimentación de la Unidad Salina en su parte inferior a las sales sódicas, con el mar?

#### AGRADECIMIENTOS

Gran parte de este trabajo se ha hecho con la ayuda de la Fundación Juan March (Beca March de Geología, España, 1977).

Agradecemos también a Unión Salinera Española el habernos cedido los sondeos cuyo muestreo ha permitido la realización de este trabajo.

#### BIBLIOGRAFÍA

DESPRAIRIES, A.

1974. Degré de représentativité des groupes de grains dans le rythme. *Bull. Soc. Geol. France*, 7, 624.

EUGSTER, H. P. y HARDIE, L. A.

1978. Saline lakes. In: *Physics and Chemistry of Lakes* (Ed. by A. Lerman). Chapter 8. Springer Verlag.

GARCÍA DEL CURA, A.

1979. Las sales sódicas, calcosódicas y magnésicas de la Cuenca del Tajo. *Memoria Beca March*, Geología España, 1977, 187 págs.

GARCÍA DEL CURA, A.; ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, F. y MINGARRO, F.

1978. Sodic salts ( $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{Cl}^-$ ) in the Tagus Basin (Spain). *Tenth International Congress on Sedimentology*, 1, 166-169.

HOLSER, W. T.

1966. Diagenetic polyhalite in recent salt from Baja California. *American Mineralogists*, 51, 99-109.

ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, F. y GARCÍA DEL CURA, A.

1977. Contribución al conocimiento de la mineralogía del yacimiento de sales de Villarrubia de Santiago (Toledo). *Estudios Geol.*, 33, 167-171.

SCHERBINA, V. N.

1956. Mineralogical, petrographic and genetic features of the Tertiary Continental Saliferous and Gypsiferous Deposits in the Intermontane Basins of the Tien Shan. *Izd. Akad. Nauk. Kirg., SSSR*, Frunze.

STEWART, F. H.

1949. The petrology of the evaporites of the Eskdale n.º 2 boring, East Yorkshire, Part I: The lower evaporite bed. *Mineral Mag.*, 28, 621-675.  
1951 a. The petrology of the evaporites of the Eskdale n.º 2 boring, East Yorkshire, Part II: The Upper evaporite bed. *Mineralogical Mag.*, 29, 445-475.  
1951 b. The petrology of the evaporites of the Eskdale n.º 2 boring, East Yorkshire, Part III: The Upper evaporite bed. *Mineralogical Mag.*, 29, 557-572.

STRAKHOV, N. M.

1970. *Principles of Lithogenesis*. Oliver y Boyed, Ed., 577 págs.

Recibido el 28 de marzo de 1979.

#### FE DE ERRATAS

En la pág. 332-333 las figuras 13 y 15 están intercambiadas.

En la pág. 338, el pie de la figura debe ser: "Secuencia mineralógica de la Unidad Salina".